大豆异黄酮和黄芪多糖对哺乳母猪生产性能、血清生化和免疫指标以及乳成分的影响

王志龙　武洪志　王芳芳　邓晓敏　刁华杰　刁新平*

（东北农业大学动物科学技术学院，哈尔滨 150030）

摘　要：本试验旨在研究饲粮中添加大豆异黄酮（SI）和黄芪多糖（ASP）对哺乳母猪生产性能、血清生化和免疫指标以及乳成分的影响。采用单因子试验设计，选择体况良好、分娩日龄相近的 2 胎“长×大”二元杂交健康母猪 72 头，随机分成 4 组，每组 6 个重复，每个重复 3 头母猪。SI 和 ASP 以 1∶5 比例混匀，对照组饲喂不添加 SI 和 ASP 的基础饲粮，试验组分别在基础饲粮上添加 100、200 和 300 mg/kg 的 SI 和 ASP 混合物。试验期为 21 d。结果表明：1)100、200 mg/kg 水平组哺乳母猪的平均日采食量均显著高于对照组（$P<0.05$），200 mg/kg 水平组 21 d 泌乳总量显著高于对照组（$P<0.05$）。2）200 mg/kg 水平组的血清总蛋白含量显著高于对照组（$P<0.05$），各试验组血清尿素氮含量均显著低于对照组（$P<0.05$），100、200 mg/kg 水平组的血清甘油三酯含量均显著低于对照组（$P<0.05$），各试验组的血清免疫球蛋白 G 和白细胞介素-2 含量均显著高于对照组($P<0.05$)，200、300 mg/kg 水平组的血清免疫球蛋白 A 含量显著高于对照组（$P<0.05$）。3）各试验组的乳脂率和乳蛋白含量均显著高于对照组（$P<0.05$）；300 mg/kg 水平组的乳糖率显著高于对照组与另外 2 个试验组（$P<0.05$），100、200 mg/kg 水平组乳糖率也高于对照组但差异不显著($P>0.05$)。由此可见，饲粮中添加 SI 和 ASP 能够改善哺乳母猪的生产性能、血清生化和免疫指标以及乳成分。在本试验条件下，SI 和 ASP 的适宜添加水平为 200 mg/kg。

关键词：大豆异黄酮；黄芪多糖；哺乳母猪；生产性能；血清生化和免疫指标；乳成分

中图分类号：S828

当今的养殖中，高度的母猪选育提高了其繁殖性能，窝产仔数也随之提高，所以哺乳母猪的生产性能和泌乳量也必须不断提高才能满足仔猪的生长需求[1]。哺乳仔猪的主要营养以及早期的免疫防护均来源于母乳，因此通过母乳来调节早期仔猪的生长以达到最佳的生产性能显得尤为重要[2]。大豆异黄酮（soybean isoflavone，SI），又称植物雌激素，是黄酮类化合

收稿日期：2016-06-01

基金项目：黑龙江省应用技术与开发计划（WB13B101）

作者简介：王志龙（1988-），男，河北沧州人，硕士研究生，动物营养与饲料科学专业。E-mail：w_zl1018@163.com

*通信作者：刁新平，副教授，硕士生导师，E-mail： diaoxp63@163.com

物，是大豆生长中形成的一类次级代谢产物，是一种生物活性物质。黄芪多糖（astragalus polysaccharide，ASP）由已糖醛酸、葡萄糖、果糖、鼠李糖、阿拉伯糖、半乳糖醛酸和葡萄糖醛酸等组成，具有抗病毒、抗肿瘤、抗衰老、抗辐射、抗应激、抗氧化等作用。SI 和 ASP 均为植物提取物，具有多种生物活性，不但可以提高动物机体免疫，还可提高其繁殖性能，促进动物乳腺发育，增加泌乳，同时具有无毒无残留的特点，作为新一代饲料添加剂符合安全生产的需要[3-4]。Britt 等[5]研究表明，在饲粮中添加适宜水平的 SI 后，不仅可以增加雌鼠子宫、卵泡的重量，还升高了卵泡刺激素和促性腺激素的水平。黄玉章等[6]研究报道，在罗非鱼的基础饲粮中添加 ASP 可提高其肠绒毛长度、肌层厚度和隐窝深度，肠道黏液细胞和上皮内淋巴细胞的数量均有所增加。有关 SI 与 ASP 的单独研究已经很多，但二者同用的效果研究并没有报道。因此，本试验研究 SI 和 ASP 联合应用于哺乳母猪，检测其是否能进一步改善哺乳母猪的整体生产性能，并以哺乳母猪生产性能、血清生化和免疫指标以及乳成分的变化为检测指标，以期为 SI 和 ASP 在哺乳母猪的实际生产中应用提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

SI：纯度为 40.35%，化学物质登录号（CAS）为 574-12-9，购自陕西浩洋生物科技有限公司。ASP：纯度为 55%，CAS 为 9005-38-3，购自陕西浩洋生物科技有限公司。哺乳母猪：“长×大”二元杂交母猪，由哈尔滨大东北牧业集团提供。酶联免疫试剂盒：总蛋白、白蛋白、尿素氮、葡萄糖、甘油三酯、免疫球蛋白 G、免疫球蛋白 A、白细胞介素-2 试剂盒均购自上海哈灵生物科技有限公司。

1.2　试验设计与饲养管理

选用遗传背景相近、健康状况良好且相近、分娩日期接近的 2 胎“长×大”二元杂交母猪 72 头，随机分成 4 组，每组 6 个重复，每个重复 3 头母猪。对照组饲喂不添加 SI 和 ASP 的基础饲粮，试验组在基础饲粮的上分别添加 100、200 和 300 mg/kg 的 SI 和 ASP 混合物（SI∶ASP=1:5，依据 SI 和 ASP 各自在母猪生产中的最适添加量配制）。试验猪均在同一个猪舍内进行饲养，4 个组管理条件相同，哺乳母猪自由采食，充足饮水，正常免疫程序进行免疫接种，仔猪在带有保温箱的高床产房饲养。母猪分娩后开始饲喂相应饲粮，试验期为 21 d，仔猪在 21 d 时断奶。

1.3 试验饲粮

饲粮配制符合 2011 年农业部公布的《猪饲养标准》，基础饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1 基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis) %

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	67.0
麦麸 Wheat bran	7.2
豆粕 Soybean meal	15.0
鱼粉 Fish meal	5.0
豆油 Soybean oil	2.5
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.0
石粉 Limestone	1.0
食盐 NaCl	0.3
预混料 Premix[1)]	1.0
合计 Total	100.0
营养水平 Nutrient levels[2)]	
代谢能 ME/(MJ/kg）	13.10
粗蛋白质 CP	16.36
钙 Ca	1.02
有效磷 NP	0.48
赖氨酸 Lys	0.92
蛋氨酸 Met	0.29
苏氨酸 Thr	0.62

[1)]预混料为每千克饲料提供 The premix provided the following per kg of the diet：VA 20 000 IU，VD 2 000 IU，VE 60 IU，VK 2 mg，VB_1 10 mg，泛酸 pantothenic acid 20 mg，烟酸

nicotinic acid 50 mg，VB_6 5 mg，VB_{12} 40 ug，叶酸 folic acid 1.5 mg，生物素 biotin 0.15 mg，VC 200 mg，氯化胆碱 choline chloride 600 mg，Mn 75 mg，Fe 140 mg，Cu 8 mg，I 0.4 mg，Se 0.3 mg。

2) 代谢能为计算值，其余为实测值。ME was a calculated value, while the others were measured values.

1.4 检测指标

1.4.1 生产性能的测定

从试验当天开始每天观察记录母猪的采食量，计算其平均日采食量；称量记录仔猪初生窝重，计算仔猪在第 1、21 天时的平均个体重，计算个体平均日增重；21 d 泌乳总量：按仔猪每增重 1 kg 约需要猪乳 3 kg 计算；每天观察仔猪粪便的形态和死亡情况，以计算仔猪腹泻率和死亡率。计算公式如下：

腹泻率（%）=[（腹泻头数×腹泻天数）/（试验猪头数×试验天数）]×100；

死亡率（%）=（死亡头数/试验猪头数）×100。

1.4.2 母猪血清生化和免疫指标的测定

于试验结束后第 2 天 07：00 开始，每头母猪耳缘静脉采血 10 mL，置于促凝真空管中，静置 15 min 后，3 000 r/min 离心 30 min，离心结束后取上层血清，-20 ℃条件下保存待测。采用酶联免疫法测定血清总蛋白、白蛋白、尿素氮、葡萄糖、甘油三酯、免疫球蛋白 G、免疫球蛋白 A、白细胞介素-2 含量。所有操作均按照试剂盒说明进行。

1.4.3 乳成分的测定

于分娩后第 11 天在母猪乳房的前、中、后 3 个部分采集奶样共 30 mL，混匀后置于-20 ℃储存待测。采用红外乳成分分析仪（Milko-Scan 134 A/B，丹麦 Foss 公司）分别测定并计算第 11 天的乳糖率、乳脂率、乳蛋白含量。

1.5 数据处理

试验数据用 SPSS 20.0 统计软件中的单因素方差分析(one-way ANOVA)进行单因素方差分析，并用 Duncan 氏法进行多重比较。结果以“平均值±标准差”表示，P<0.05 为差异显著，P<0.01 为差异极显著。

2 结 果

2.1　SI 和 ASP 对哺乳母猪生产性能的影响

由表 2 可知，100、200 mg/kg 水平组的哺乳母猪平均日采食量均显著高于对照组（*P*<0.05）。各组间的仔猪平均日增重差异均不显著（*P*>0.05）。200 mg/kg 水平组 21 d 泌乳总量显著高于对照组（*P*<0.05），100、300 mg/kg 水平组高于对照组但差异不显著(*P*>0.05)。各组间仔猪腹泻率和仔猪死亡率差异不显著(*P*>0.05)。

表 2　SI 和 ASP 对哺乳母猪生产性能的影响

Table 2　Effects of SI and ASP on production performance of lactating sows

项目 Items	添加水平 Supplemental level/（mg/kg）			
	0	100	200	300
平均日采食量 ADFI/kg	6.39±0.37[b]	6.84±0.85[a]	7.05±1.02[a]	6.54±1.01[b]
第 1 天仔猪平均个体重 Average weight of piglets at the first day	1.62±0.15	1.59±0.33	1.65±0.41	1.49±0.30
第 21 天仔猪平均个体重 Average weight of piglets at the 21st day	6.12±1.16	6.80±0.69	7.10±0.67	6.16±0.60
仔猪平均日增重 Average daily gain of piglets	217.39±56.25	248.06±26.69	259.63±8.73	222.02±16.28
21 d 泌乳总量 21 days lactation yield/kg	147.44±12.81[b]	168.04±17.83[ab]	175.63±10.83[a]	146.00±16.34[b]
仔猪腹泻率 Diarrhea of piglets/%	7.26±4.56	6.87±4.51	6.11±5.79	6.49±4.39
仔猪死亡率 Mortality of piglets/%	12.73±4.98	9.09±6.43	9.09±6.43	10.91±5.34

同行数据肩标相同小写字母或者无字母表示差异不显著（*P*>0.05），肩标不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05）。下表同。

In the sane row, values with different small or no letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05), and with different small letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05). The same as below.

2.2　SI 和 ASP 对哺乳母猪血清生化和免疫指标的影响

由表 3 可知，200 mg/kg 水平组的血清总蛋白含量显著高于对照组（*P*<0.05），100、300 mg/kg 水平组血清总蛋白含量虽高于对照组但差异不显著（*P*>0.05）。各组间血清白蛋白含量差异不显著(*P*>0.05)。各试验组血清尿素氮含量均显著低于对照组（*P*<0.05），并随着 SI 和 ASP 添加水平的增加呈现下降趋势。各组间血清葡萄糖含量差异均不显著(*P*>0.05)。100、200 mg/kg 水平组的血清甘油三酯含量相等且显著低于对照组（*P*<0.05），300 mg/kg 水平组

也低于对照组，但差异不显著(P>0.05)。各试验组的血清免疫球蛋白 G 含量均显著高于对照组(P<0.05)，以 200 mg/kg 水平组最高。200、300 mg/kg 水平组的血清免疫球蛋白 A 含量均显著高于对照组（P<0.05)，100 mg/kg 水平组血清免疫球蛋白 A 含量高于对照组但差异不显著（P>0.05)。各试验组白细胞介素-2 含量均显著高于对照组（P<0.05)，以 200 mg/kg 水平组最高。

表 3　SI 和 ASP 对哺乳母猪血液生化和免疫指标的影响

Table 3　Effects of SI and ASP on serum biochemical and immune indexes of lactating sows

项目 Items	添加水平 Supplemental level/（mg/kg）			
	0	100	200	300
总蛋白 TP/(g/L)	54.24±5.58[b]	56.59±4.74[ab]	62.19±5.04[a]	60.85±5.81[ab]
白蛋白 ALB/(g/L)	25.77±3.40	27.23±3.73	29.20±1.95	28.59±4.12
尿素氮 UN/(mmol/L)	3.77±1.01[a]	2.83±0.55[b]	2.65±0.32[b]	2.52±0.16[b]
葡萄糖 Glu/(mmol/L)	3.89±0.91	3.70±0.29	3.41±0.73	3.42±0.14
甘油三酯 TG/(mmol/L)	0.31±0.03[a]	0.26±0.01[b]	0.26±0.04[b]	0.29±0.02[ab]
免疫球蛋白 G IgG/（g/L)	4.40±0.69[c]	5.12±0.33[b]	5.94±0.53[a]	5.53±0.39[ab]
免疫球蛋白 A IgA/(g/L)	5.88±0.77[b]	6.63±0.44[ab]	7.03±0.56[a]	6.81±0.71[a]
白细胞介素-2 IL-2/(mg/mL）	2.62±0.35[b]	3.00±0.27[a]	3.27±0.42[a]	2.98±0.14[a]

2.3　SI 和 ASP 对哺乳母猪乳成分的影响

由表 4 可知，各试验组的乳脂率均显著高于对照组（P<0.05)，200、300 mg/kg 水平组均显著高于 100 mg/kg 水平组（P<0.05)，并且随着 SI 和 ASP 添加水平的增加呈上升趋势。300 mg/kg 水平组的乳糖率显著高于对照组与另外 2 个试验组（P<0.05)，100、200 mg/kg 水平组高于对照组但差异不显著(P>0.05)。各试验组的乳蛋白含量均显著高于对照组（P<0.05)，200、300 mg/kg 水平组乳蛋白含量显著高于 100 mg/kg 水平组（P<0.05)，并且随着 SI 和 ASP 添加水平的增加呈上升趋势。

表 4　SI 和 ASP 对哺乳母猪乳成分的影响

Table 4　Effects of SI and ASP on milk composition of lactating sows　　%

项目 Items	添加水平 Supplemental level/（mg/kg）			
	0	100	200	300

乳脂率 Butterfat ratio	5.98±0.11[c]	6.22±0.18[b]	6.44±0.18[a]	6.51±0.11[a]
乳糖率 Lactose ratio	5.24±0.54[b]	5.28±0.56[b]	5.30±0.40[b]	5.36±0.23[a]
乳蛋白含量 Lacto protein content	5.11±0.12[c]	5.40±0.18[b]	5.65±0.23[a]	5.73±0.13[a]

3 讨 论

3.1 SI 和 ASP 对哺乳母猪生产性能的影响

本试验结果表明，饲粮中添加 SI 和 ASP 可显著提高哺乳母猪的采食量和泌乳量。SI 能影响哺乳母猪性腺轴，并且可以促进其睾酮、催乳素的生成和释放作用增强，提高泌乳量，减少仔猪死亡率[7]；ASP 与其他制剂联合使用，在改善生产性能方面表现协同作用，苓路等[8]研究表明，给仔猪饲喂 ASP 和益生菌，仔猪成活率提高了 20.0%，平均日增重提高了 8.57%，腹泻率降低了 20.1%。本试验中，ASP 和 SI 联用对哺乳母猪的生产性能和对仔猪的平均日增重有提高作用，仔猪腹泻率和仔猪死亡率均有降低的趋势。

本试验结果还表明，SI 和 ASP 的添加水平不宜过高，在本试验中 200 mg/kg 为最佳添加水平，而添加 300 mg/kg 一定程度上会降低哺乳母猪生产性能。Takashima-Sasaki 等[9]研究发现，给妊娠大鼠饲饲喂过高水平的 SI，SI 会和雌激素受体 β 结合，可以降低大鼠的生产性能，甚至导致后代的死亡。SI 具有抗雌激素和弱雌激素的作用，在内源性雌激素水平比较低的情况下，结合到雌激素受体上，表现为雌激素样作用；在内源性雌激素水平较高的情况下，则与雌激素受体竞争性结合，使性激素的生物活性降低，表现为抗雌激素样的作用[10-11]。另外，侯晓礁等[12]在妊娠后期母猪中添加 300 g/t 的 ASP 粉，能有效提高母猪生产性能。本试验中 300 mg/kg 水平组有降低生产性能的趋势，可能是因为 SI 与 ASP 混合物中 SI 的比例过大的原因。所以为提高哺乳母猪生产性能应在饲粮中添加适当水平的 SI 和 ASP。

3.2 SI 和 ASP 对哺乳母猪血清生化和免疫指标的影响

血清生化指标是反映动物机体代谢的主要指标。本试验结果表明，SI 和 ASP 可使哺乳母猪血清总蛋白含量显著提高，总蛋白可为机体进一步合成体蛋白质提供有利的内环境，从而促进蛋白质合成和动物生长[13]。本试验结果表明，0~200 mg/kg 的 SI 和 ASP 的添加水平下，哺乳母猪血清中白蛋白含量有上升趋势，但添加水平过高会呈现下降趋势。

动物机体内蛋白质代谢和氨基酸之间的平衡状况可以通过血清尿素氮的含量较准确地反映出，血清尿素氮含量最低时氨基酸之间平衡且满足代谢需要[14-15]。本试验中各试验组的

血清尿素氮含量均显著低于对照组，并且随着 SI 和 ASP 的添加水平的增加呈现下降趋势。有研究报道，ASP、SI 具有降低血糖和双向调节血糖的作用，能降低试验性 DM 大鼠的血糖水平，增强胰岛素水平，减轻内皮细胞损伤和功能障碍[16]。廖苇萍等[17]通过对 SI 和 ASP 对糖尿病大鼠糖代谢的影响研究中发现，SI 和 ASP 可以降低血清葡萄糖含量，改善血管内功能。本试验结果表明，SI 和 ASP 可以显著降低哺乳母猪血清葡萄糖含量，与上述报道相似。甘油三酯是体脂的主要组成成分，其含量过高时容易导致脂血症[18]，本试验中添加 SI 和 ASP 可显著降低母猪血清中甘油三酯含量，其中 200 mg/kg 水平时效果最显著。

Lamm[19]研究报道，免疫球蛋白 A 可捕获进入到黏膜内层的病原体，其原因是通过中和黏膜上皮内病原体而起作用，在黏膜结缔组织中形成免疫复合物，然后由上皮细胞排入腔内。免疫球蛋白 G 是血清中的主要免疫球蛋白，其抗体能够阻止相应抗原穿透黏膜进入组织中。本试验结果表明，在哺乳母猪饲粮中添加 SI 和 ASP 可以显著提高血清中免疫球蛋白 G、免疫球蛋白 A 的含量，从而提高机体免疫力。白细胞介素-2 可以促进 T、B 淋巴细胞和自然杀伤（NK）细胞等细胞增殖与分化，促进干扰素、肿瘤坏死因子等细胞因子分泌，可提高机体细胞免疫和体液免疫功能[20]。本试验中，试验组的血清白细胞介素-2 含量均显著高于对照组，说明 SI 和 ASP 可显著提高机体的免疫应答能力，使得机体保持健康状态。

3.3　SI 和 ASP 对哺乳母猪乳成分的影响

本试验结果表明，各试验组乳脂率和乳蛋白含量均显著高于对照组，并且随着 SI 和 ASP 添加水平的增加呈增长趋势。同时，试验组的乳糖率也随着 SI 和 ASP 添加水平的增加呈增长趋势，但只有 300 mg/kg 水平组显著高于对照组。母猪的泌乳量是影响仔猪生长最为主要的原因，母乳是哺乳仔猪能量和蛋白质的直接来源，母乳成分变化直接影响哺乳仔猪的生长发育状况[21]。李方方等[5]研究发现，饲粮中随着 SI 添加水平的增加，乳脂率、乳糖率呈增长趋势，乳蛋白含量也均高于对照组，本试验与此结果相似。据报道，SI 和 ASP 可以通过调节相关激素水平来影响产奶量，ASP 通过生长激素和胰岛素样生长因子-1 轴影响乳腺细胞的增长，雌二醇能促进小鼠和奶牛乳腺离体培养组织合成乳清蛋白，另外雌二醇还可提高性激素结合蛋白、转铁蛋白在血液中的含量，这些反应又都是 SI 导致[22-23]。

4　结　论

饲粮中添加 SI 和 ASP 能改善哺乳母猪的生产性能、血清生化和免疫性能以及乳成分。

在本试验条件下，SI 和 ASP 的适宜添加水平为 200 mg/kg。

参考文献：

[1] NEILL C,WILLIAMS N.现代母猪的泌乳与营养需求[J].温鹏,译.今日养猪业,2010(5):30–33.

[2] 王海峰,方心灵,朱晓彤,等.母猪饲粮中添加山梨酸对泌乳母猪和哺乳仔猪生产性能与血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2013,25(1):118–125.

[3] ZHANG Y B,LI L N,ZHAO X Y,et al.Effect of soy isoflavone crude extract supplementation on high fat diet-induced insulin resistance in ovariectomized rats[J].Biomedical and Environmental Sciences,2014,21(1):49–51.

[4] KIM J K,KIM E H,PARK I,et al.Isoflavones profiling of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] germplasms and their correlations with metabolic pathways[J].Food Chemistry,2014,153:258–264.

[5] 李方方,朱涛涛,张勇,等.大豆异黄酮对哺乳母猪生产性能、血液生理生化指标和粪便微生物菌群的影响[J].动物营养学报,2015,27(9):2803–2810.

[6] 黄玉章,林旋,王全溪,等.黄芪多糖对罗非鱼肠绒毛形态结构及肠道免疫细胞的影响[J].动物营养学报,2010,22(1):108–116.

[7] PRUNIER A,QUESNEL H.Nutritional influences on the hormonal control of reproduction in female pigs[J].Livestock Production Science,2000,63(1):1–16.

[8] 岑路,陈蕾,张小利,等.益生菌和黄芪多糖临床改善仔猪生长性能的研究[J].中国畜牧兽医,2009,36(12):17–19.

[9] TAKASHIMA-SASAKI K,KOMIYAMA M,ADACHI T,et al.Effect of exposure to high Isoflavone-containing diets on prenatal and postnatal offspring mice[J].Bioscience,Biotechnology,and Biochemistry,2006,70(12):2874–2882.

[10] 李崇明,向阳,翟莉,等.红车轴草中总异黄酮提取精制工艺研究[J].中草药,2004,35(10):1135-1136.

[11] COON J T,PITTLER M H,ERNST E.*Trifolium pratense* isoflavones in the treatment of menopausal hot flushes:a systematic review and

meta-analysis[J].Phytomedicine,2007,14(2/3):153–159.

[12] 侯晓礁,王海良,王秀敏,等.黄芪多糖粉对妊娠后期母猪生产性能的影响[J].饲料研究,2009(6):36–37.

[13] GOERKE M,EKLUND M,SAUER N,et al.Standardized ileal digestibilities of crude Protein,amino acids,and contents of antinutritional factors,mycotoxins,and isoflavones of European soybean meal imports fed to piglets[J].Journal of Animal Science,2012,90(13):4883–4895.

[14] WU G,BAZER F W,DAVIS T A,et al.Arginine metabolism and nutrition in growth,health and disease[J].Amino Acids,2009,37(1):153–168.

[15] 陈熠,彭艺,贺建华,等.添加缬氯酸对泌乳母猪血清和乳中生化免疫指标及激素水平的影响[J].中国饲料,2009(17):15–20.

[16] 吴勇,欧阳静萍,涂淑珍,等.黄芪多糖对糖尿病大鼠血管内皮细胞的影响[J].辽宁中医杂志,2002,29(1):22–23.

[17] 廖苇萍,石元刚.黄芪多糖和大豆异黄酮对糖尿病大鼠糖代谢的影响[J].第三军医大学学报,2007,29(5):416–418.

[18] HOSSEINI H,KHOSHGOFTARMANESH A H.The effect of foliar application of nickel in the mineral form and urea-Ni complex on fresh weight and nitrogen metabolism of lettuce[J].Scientia Horticulturae,2013,164:178–182.

[19] LAMM M E.Interaction of antigens and antibodies at mucosal surfaces[J].Annual Review of Microbiology,1997,51(1):311–340.

[20] MALEK T R.The main function of IL-2 is to promote the development of T regulatory cells[J].Journal of Leukocyte Biology,2003,74(6):961–965.

[21] BOYD R D,KENSINGER R S.Metabolic precursors for milk synthesis[M]//VERSTEGEN M W,MOUGHAN P J,SCHRAMA H W,et al.The lactating sow.Netherlands:Wageningen Press,1998:71–95.

[22] 杨斌.黄芪多糖对母猪泌乳的改善[J].今日畜牧兽医,2013(12):15–16.

[23] FLACHOWSKY G,HÜNERBERG M,MEYER U,et al.Isoflavone concentration of soybean

meal from various origins and transfer of isoflavones into milk of dairy cows[J].Journal Für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit,2011,6(4):449–456.cows[J].Journal Für Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit, 2011, 6(4): 449-456.

Effects of Soybean Isoflavone and Astragalus Polysaccharide on Production Performance, Serum Biochemical and Immune Indexes and Milk Composition of Lactating Sows

WAMG Zhilong WU Hongzhi WANG Fangfang DENG Xiaomin DIAO Huajie DIAO Xinping*

(*College of Animal Science and Technology, Northeast Agricultural University*，*Harbin* 150030, *China*)

Abstract: This trial was conducted to investigate the effects of dietary soybean isoflavone (SI) and astragalus polysaccharide (ASP) levels on production performance, serum biochemical and immune indexes and milk composition of lactating sows. Using a single factor experiment design, seventy two healthy Yorkshire×Landrace (2 parities) with good condition and similar birthday age were randomly arranged into 4 groups with 6 replicates per group and 3 lactating sow per replicate. The proportion of SI and ASP was 1:5. The control group was fed a basal diet (without SI and ASP), and three trial groups were fed the basal diet supplemented with 100, 200 and 300 mg/kg SI and ASP mixture, respectively. The experiment lasted for 21 days. The results showed as follows: 1) the average daily feed intake of lactating sows of 100 and 200 mg/kg level groups was significantly higher than that of control group (P<0.05), the 21 days milk yield of 200 mg/kg level group was significantly higher than that of control group (P<0.05). 2) The serum total protein content of 200 mg/kg level group was significantly higher than that of control group (P<0.05), the serum urea nitrogen content of trial groups was significantly lower than that of control group (P<0.05), the serum glycerin trimyristate content of 100 and 200 mg/kg level groups was significantly lower than that of control group (P<0.05), the serum immunoglobulin G and interleukin-2 contents of trial groups were significantly higher than those of control group

*Corresponding author, associate professor，E-mail： diaoxp63@163.com （责任编辑 武海龙）

($P<0.05$), the serum immunoglobulin A content of 200 and 300 mg/kg level groups was significantly higher than that of control group ($P<0.05$). 3) The butterfat ratio and lactoprotein content of trial groups were significantly higher than those of control group ($P<0.05$); the lactose ratio of 300 mg/kg level group was significantly higher than that of the control group, 100 and 200 mg/kg level groups ($P<0.05$), and the lactose ratio of 100 and 200 mg/kg level groups was higher than that of the control group, but had no significant difference ($P>0.05$). In conclusion, dietary supplementation of SI and ASP can improve production performance, serum biochemical and immune indexes and milk composition of lactating sows. In this experiment, the suitable supplemental level of SI and ASP is 200 mg/kg.

Key words: soybean isoflavone; astragalus polysaccharide; lactating sows; production performance; serum biochemical and immune indexes; milk composition